



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Off nlegungsschrift**
⑩ **DE 100 34 959 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
G 05 D 16/20
F 16 K 31/122
F 15 B 13/044
// F16K 31/06

⑳ Aktenzeichen: 100 34 959.5
㉑ Anmeldetag: 19. 7. 2000
㉒ Offenlegungstag: 21. 2. 2002

DE 100 34 959 A 1

㉓ **Anmelder:**
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

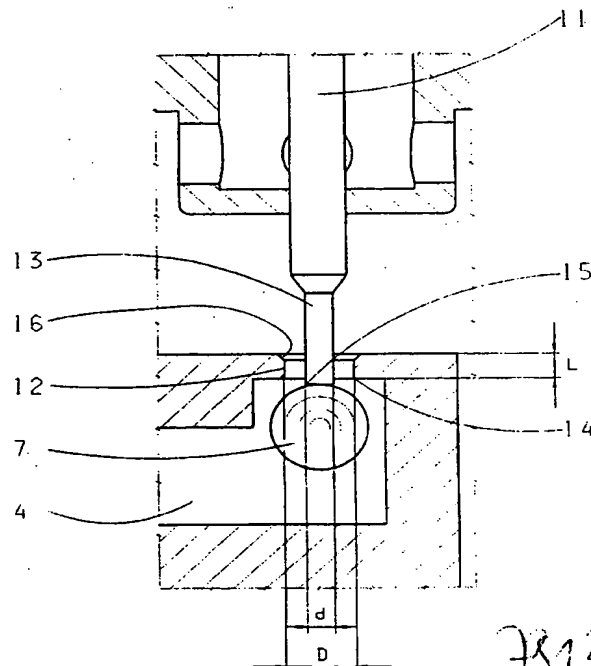
㉔ **Erfinder:**
Runge, Wolfgang, Dr.-Ing., 88214 Ravensburg, DE;
Remmlinger, Hubert, Dipl.-Ing., 88046
Friedrichshafen, DE; Mayr, Karlheinz, Dipl.-Ing.,
88142 Wasserburg, DE; Schmid, Wolfgang,
Dipl.-Ing., 88085 Langenargen, DE; Schmidt, Thilo,
Dipl.-Ing., 88074 Meckenbeuren, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:
DE 199 43 066 A1
BACKE, W.: Umdruck zur Vorlesung Servohydraulik,
RWTH Aachen, 5. Aufl., 1986, S.6-9;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ **Proportional-Druckregelventil**

⑤⑦ Beschrieben ist ein Proportional-Druckregelventil mit einem Ventiltail mit Zu- und Ablauföffnungen (4) und wenigstens einem Schließmittel (7) zum Steuern einer Blende (12) sowie einem Magneteil mit einem Magnetkern, einer Magnetspule und einem verschiebbar angeordneten Magnetanker. Mit dem Anker wirkt ein Betätigungselement (11) zusammen, welches das kugelförmige Schließmittel (7) betätigt und wobei der hydraulisch wirk-same Querschnitt der Blende (12) im wesentlichen durch die Blendenlänge (L), den Blendendurchmesser (D) und den Durchmesser (d) des in die Blende eindringenden Teils (13) des Betätigungselements (11) bestimmt wird. Erfindungsgemäß ist das Verhältnis der Blendenlänge (L) zum Blendendurchmesser (d) kleiner 2,0.



DE 100 34 959 A 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Proportional-Druckregelventil mit einem Ventiltail mit Zu- und Ablauföffnungen und wenigstens einem Schließmittel zum Steuern einer Blende an einer der Öffnungen sowie einem Magneteil mit einem Magnetkern, einer Magnetspule und einem verschiebbar angeordneten Magnetanker. Mit dem Anker wirkt ein Betätigungselement zusammen, welches das Schließmittel, insbesondere an der Blende der Zulauföffnung, betätigt und wobei das Betätigungselement während des Regelvorgangs wenigstens teilweise in die Blende eindringt. Der hydraulisch wirksame Querschnitt der Blende wird dabei im wesentlichen durch die Blendenlänge, den Blendendurchmesser und den Durchmesser des Betätigungselements in der Blende bestimmt.

[0002] Ein derartiges Ventil ist beispielsweise aus der WO 98/48332 bekannt. Dieses Ventil ist mit mindestens zwei Blendenstufen ausgestattet, wovon zwei Stufen variabel und unter mechanischer bzw. hydraulischer Einwirkung nach dem Prinzip der hydraulischen Halbbrücke miteinander gekoppelt sind. Die beiden variablen Blendenstufen sind als Einlaß- und als Auslaßblende eines Regeldruckraums vorgesehen und weisen jeweils einen Verschlusskörper mit definierter Geometrie auf.

[0003] Die DE 44 26 152 A1 beschreibt ein elektromagnetisches Druckregelventil, welches insbesondere für die Schalldruckregelung von automatischen Kraftfahrzeuggetrieben einsetzbar ist. Dieses Ventil weist ein Ventilgehäuse und einen von einem Magnetanker betätigbaren und mit diesem verbundenen Steuerschieber auf, wobei der Schieber die Anschlüsse von einem Druckmittelzulauf zu einem Verbraucheranschluß bzw. zu einem Rücklauf oder Tank steuert. Der Steuerschieber ist in einer hinteren und in einer vorderen Lagerstelle im Ventilgehäuse gelagert und über eine Einstellfeder vorgespannt.

[0004] Proportional-Druckregelventile der vorgenannten Art unterliegen einer permanenten Weiterentwicklung bezüglich der funktionellen Eigenschaften, insbesondere der Optimierung der hydraulischen Eigenschaften sowie der Erhöhung der Zuverlässigkeit im Betrieb bei unterschiedlichen Bedingungen.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Proportional-Druckregelventil mit verbesserten hydraulischen Eigenschaften anzugeben, welches insbesondere ein durchflußoptimiertes Ventiltail aufweist, das speziell im Bereich niedriger Temperaturen, also bei höheren Viskositäten der Hydraulikflüssigkeit, wesentlich geringere Strömungswiderstände aufweist.

[0006] Ausgehend von einem Proportional-Druckregelventil der eingangs genannten Art erfolgt die Lösung dieser Aufgabe mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0007] Das Proportional-Druckregelventil weist erfindungsgemäß eine optimierte Ausprägung der durchflußbestimmenden Zuführgeometrie auf, wobei das Verhältnis der Blendenlänge zu dem Blendendurchmesser kleiner 2,0 ist und diese durchflußbestimmende Blende insbesondere in der Zulauföffnung des Ventils angeordnet ist. Somit wird vorteilhafterweise erreicht, daß das erfindungsgemäße Ventil geringere Strömungsverluste, insbesondere bei hohen Ölviskositäten, also bei niedrigen Temperaturen, aufweist. Dadurch werden höhere Durchflußmengen und kürzere Ansprechzeiten des Ventils erzielt, so daß die erfindungsgemäße Ausbildung des Proportional-Druckregelventils mit Vorteil bessere dynamische Werte ermöglicht.

[0008] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung

wird vorgeschlagen, daß das Betätigungselement ein stiftförmiges Endstück aufweist, welches in die Blende eindringt, wobei anstelle des Betätigungselements auch ein Teil des Schließmittels in die Blende eindringen kann. Dabei ist das Verhältnis des Durchmessers des Betätigungselements in der Blende zu dem Blendendurchmesser kleiner als 0,9 und der Durchmesser des stiftförmigen Endstücks des Betätigungselements ist kleiner als 1,0 mm. Bei einer derartigen Ausbildung des zulaufseitigen Ventils wird vorteilhafterweise eine verbesserte Funktion, insbesondere für die Druckregelung in automatischen Kraftfahrzeuggetrieben, geschaffen.

[0009] In einer weiteren Ausbildung der Erfindung wird eine strömungsbegünstigte Ausprägung der zu- und ablaufseitigen Kanten an der Blende beschrieben. Dabei sind die Radien und/oder die Fasen der Blende und/oder an dem mit der Blende korrespondierenden Endstück des Betätigungselements kleiner ausgebildet als die Blendenlänge selbst, wobei insbesondere die Radien einen Wert kleiner oder gleich 0,1 mal der Blendenlänge aufweisen. Dadurch werden ebenfalls wesentlich geringere Strömungswiderstände der durchflußbestimmenden Ventilgeometrie ermöglicht.

[0010] Das Proportional-Druckregelventil weist ein Ventiltail mit zwei Sitzventilen auf, wobei insbesondere das eine Sitzventil als Schließmittel eine Kugel enthält und das andere Sitzventil als Flachsitz ausgebildet ist. Dadurch wird vorteilhafterweise erreicht, daß das erfindungsgemäße Ventil bei geringen Anforderungen an die Genauigkeit der einzelnen Bauteile eine verhältnismäßig hohe Dichtigkeit, insbesondere in seinen Endstellungen, gewährleistet, wodurch bei einem durchflußoptimierten Ventil auch die Leckageeigenschaften minimiert werden.

[0011] In einer besonderen Weiterbildung der Erfindung, welche auch eine eigenständige Erfindung darstellen kann, wird vorgeschlagen, daß zwischen den beiden Sitzventilen eine zusätzliche Lochblende angeordnet ist, welche nun anstelle der zulaufseitigen Blende den durchflußbestimmenden Querschnitt zwischen der Zulauföffnung und einer Ablauföffnung darstellt. Auch mit einer derartigen Lochblende werden, insbesondere im Minus-Temperaturbereich, wesentlich geringere Strömungswiderstände erreicht. Die beschriebene Lochblende ist vorteilhafterweise exakter und einfacher herzustellen als die vorgenannte Ringblende. Auch mit einem derart funktionsoptimierten Druckregler sind höhere Durchflußmengen und kürzere Ansprechzeiten erzielbar und die dynamischen Werte des Reglers werden verbessert. Weiterhin ist der Einfluß durch eine mögliche Exzentrizität des stiftförmigen Endes des Betätigungselements in der Blende ausgeschlossen.

[0012] Vorteilhafterweise ist zwischen dem zulaufseitigen Sitzventil und der Lochblende ein hydraulisch abdichtbarer Raum vorgesehen, welcher beispielsweise durch einen ringförmigen Dichtkörper aus flexiblem Material erzeugbar ist.

[0013] Zwischen der Lochblende und der Ablauföffnung bzw. dem tankseitigen Sitzventil ist eine hydraulische Verbindung zu der Arbeitsdruckleitung vorgesehen, so daß die Arbeitsdruckleitung vorteilhafterweise in radialer als auch in axialer Richtung in dem Ventilkörper angeordnet sein kann.

[0014] Bei Realisierung einer derartigen Lochblende wird die vorgenannte Ringblende in der Zulauföffnung in ihrem Außendurchmesser vergrößert, so daß der durchflußbestimmende Querschnitt gezielt in die Lochblende verlagert wird. Durch die Vergrößerung des Außendurchmessers der Ringblende wird die Mindestöffnungskraft erhöht, wodurch beim Öffnen der Ringblende ein Öffnungskraftstoß auftreten kann. Zur Dämpfung dieses Öffnungskraftstoßes des zulaufseitigen Sitzventils wird vorgeschlagen, eine Feder, ins-

besondere eine Druckfeder, zwischen dem Magnetkern und dem Magnetanker vorzusehen.

[0015] Mit einem erfindungsgemäßen Proportional-Druckregelventil kann bei angepaßter Ausbildung des Magnetteils sowohl eine Schalt- als auch eine Regelfunktion ausgeführt werden. Somit sind vorteilhafterweise zwei Funktionsarten mit einem Ventil möglich.

[0016] Weitere Ziele, Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die in den Figuren näher dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale und Kennzeichen für sich oder in beliebiger, sinnvoller Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen und deren Rückbeziehung.

[0017] Es zeigen:

[0018] Fig. 1 ein Ventiltteil für ein erfindungsgemäßes Proportional-Druckregelventil mit geschlossener Zulaufblende in Schnitt-Darstellung;

[0019] Fig. 2 das Ventiltteil gemäß Fig. 1 mit geöffneter Zulaufblende;

[0020] Fig. 3 ein Detail X aus Fig. 2 in vergrößerter Darstellung und

[0021] Fig. 4 ein erfindungsgemäßes Proportional-Druckregelventil in einer weiteren Ausbildung in Schnitt-Darstellung und in verkleinertem Maßstab.

[0022] Das Ventiltteil 2 (Fig. 1) weist eine Zulauföffnung 4, eine tankseitige Ablauföffnung 5 sowie einen Arbeitsdruckanschluß 6 auf. Das Ventiltteil 2 ist ferner mit einem zulaufseitigen, ersten Sitzventil 17 und einem ablaufseitigen Sitzventil 18 ausgestattet. Das Schließmittel des ersten Sitzventils 17 ist als Kugel 7 ausgebildet, welche die zulaufseitige Blende 12 steuert. Das ablaufseitige Sitzventil 18 ist mit einem Flachsitz 19 versehen, welcher von einem in Fig. 4 dargestellten Magnetanker über das Betätigungselement 11 betätigbar ist. Das Betätigungselement 11 weist ein stiftförmiges Endstück 13 auf, welches das Schließmittel 7 in der zulaufseitigen Blende 12 betätigt. Das Betätigungselement 11 ist derart bemessen, daß die beiden Sitzventile 17 und 18 nach dem Prinzip einer hydraulischen Halbbrücke miteinander verschaltet sind. Dabei ist beispielsweise das zulaufseitige Sitzventil 17 geschlossen, während das ablaufseitige Sitzventil 18 geöffnet ist. In dem Raum zwischen dem ersten und dem zweiten Sitzventil 17 und 18 ist eine hydraulische Verbindung 22 zu der Arbeitsdruckleitung 6 angeordnet.

[0023] In der entgegengesetzten Endposition (Fig. 2) ist das zulaufseitige Sitzventil 17 voll geöffnet, während das ablaufseitige Sitzventil 18 geschlossen ist. (In den Abbildungen sind gleiche Bauteile mit den selben Bezugszeichen gekennzeichnet.) Das stiftförmige Endstück 13 des Betätigungselements 11 durchdringt die Blende 12 und hebt das kugelförmige Schließelement 7 von seiner ringförmigen Dichtfläche ab. Das durch die Zulauföffnung 4 zuströmende Druckmedium gelangt durch die Blende 12 in einen Raum zwischen den beiden Ventilsitzen 17 und 18. Hier wird das Druckmedium umgelenkt und durch die hydraulische Verbindung 22 zu der Arbeitsdruckleitung 6 geführt.

[0024] Die zulaufseitige Blende 12 (Fig. 3) weist sowohl an ihrer Zulaufseite einen Radius 14 als auch an ihrer Ablaufseite eine Fase 16 auf. Die Stirnseite des stiftförmigen Endstücks 13 des Betätigungselements 11 ist ebenfalls mit einem Radius 15 versehen. In einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel eines Proportional-Druckregelventils zur Verwendung als Schaltventil in einem Kraftfahrzeug-Automatgetriebe beträgt der Durchmesser der Kugel 7 1,588 mm, während der Durchmesser der korrespondierenden Blende 12 1,20 mm beträgt. Der Durchmesser d des stiftförmigen Endstücks 13 beträgt 0,60 mm und die Blendenlänge L

0,50 mm. Der zulaufseitige Radius 14 der Blende 12 beträgt 0,05, der Radius 15 an dem Endstück 13 beträgt 0,02 mm und die Fase 16 ist mit 0,20 mm mal 45° ausgebildet.

[0025] In einer alternativen Ausbildung (Fig. 4) ist ein Proportional-Druckregelventil 1 gezeigt, welches aus einem Ventiltteil 2 und einem Magneteil 3 besteht. Das Magneteil 3 besteht im wesentlichen aus einem Magnetkern 8, einer Magnetspule 9 sowie einem beweglich angeordneten Magnetanker 10, welcher mit dem Betätigungselement 11 zusammenwirkt. Zwischen dem Magnetkern 8 und dem Anker 10 ist eine Druckfeder 23 zur Dämpfung eines Kraftstoßes beim Öffnen des zulaufseitigen Sitzventils vorgesehen. Das Magneteil 3 ist über eine elektrische Zuleitung 24 anschließbar.

[0026] Das Ventiltteil 2 ist in seinem Grundaufbau ähnlich den vorbeschriebenen Ventiltteilen, weist jedoch eine mit einer Druckleitung P in Verbindung stehende Zulauföffnung 4 auf sowie eine mit einem Tank T in Verbindung stehende Ablauföffnung 5 und einen mit einer Arbeitsdruckleitung A in Verbindung stehenden Anschluß 6. Zwischen dem zulaufseitigen Sitzventil 17 und dem ablaufseitigen Ventil 18 ist eine Lochblende 20 vorgesehen. Damit die Lochblende 20 den durchflußbestimmenden Querschnitt des Ventiltteils bildet, ist die Bohrung der Ringblende 12 gegenüber der in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Blende geringfügig vergrößert. z. B. um 0,30 bis 0,50 mm im Außendurchmesser D. Eine derartige Lochblende ist exakter und einfacher herstellbar als die vorbeschriebenen Ringblenden. Der Raum 21 zwischen dem Sitzventil 17 und der Lochblende 20 ist durch einen Ringkörper 25 begrenzt, so daß das Druckmedium zunächst durch die Lochblende 20 hindurchströmen muß, um zu der hydraulischen Verbindung 22 zu der Arbeitsdruckleitung 6 zu gelangen. Zur Dämpfung eines durch die vergrößerte Fläche der Blende 20 möglicherweise auftretenden Öffnungskraftstoßes des zulaufseitigen Sitzventils 17 ist eine Druckfeder 23 zwischen dem Magnetkern 8 und dem Magnetanker 10 angeordnet.

[0027] In der in Fig. 4 dargestellten Endposition ist die zulaufseitige Ringblende 12 geschlossen, während das ablaufseitige Sitzventil 18 geöffnet ist. Bei einer umgekehrten, nicht dargestellten Endposition der beiden Sitzventile ist die Kugel 7 von dem Sitz der Blende 12 abgehoben und das Sitzventil 18 geschlossen. Das Druckmedium gelangt so durch die Zulauföffnung 4 und über die Ringblende 12 zu dem Zwischenraum 21. Danach strömt das Druckmedium durch die durchflußbestimmende Lochblende 20 und die hydraulische Verbindung 22 zu dem Arbeitsdruckanschluß 6.

Bezugszeichen

- 1 Proportional-Druckregelventil
- 2 Ventiltteil
- 3 Magneteil
- 4 Zulauföffnung
- 5 Ablauföffnung
- 6 Arbeitsdruckleitung/-anschluß
- 7 Schließmittel (Kugel)
- 8 Magnetkern
- 9 Magnetspule
- 10 Magnetanker
- 11 Betätigungselement
- 12 Ringblende
- 13 Endstück (Stift)
- 14 Radius
- 15 Radius
- 16 Fase
- 17 Sitzventil
- 18 Sitzventil

19 Flachsitz
 20 Lochblende
 21 Raum
 22 hydraulische Verbindung
 23 Druckfeder
 24 elektrische Zuleitung
 25 Ringkörper
 P Druckleitung
 T Tank
 A Arbeitsdruckleitung
 X Detail
 d Stiftdurchmesser
 D Blendendurchmesser
 L Blendenlänge

Patentansprüche

1. Proportional-Druckregelventil (1) mit einem Ventiltail (2) mit Zu- und Ablauföffnungen (4, 5, 6) und wenigstens einem Schließmittel (7) zum Steuern einer Blende (12) an einer der Öffnungen, einem Magneteil (3) mit einem Magnetkern (8), einer Magnetspule (9) und einem verschiebbar angeordneten Magnetanker (10) und einem mit dem Anker (10) zusammenwirkenden Betätigungselement (11), welches das Schließmittel (7) betätigt, wobei der hydraulisch wirksame Querschnitt der Blende (12) im wesentlichen durch die Blendenlänge (L), den Blendendurchmesser (D) und den Durchmesser (d) des in die Blende eindringenden Teils des Betätigungselements (11) bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verhältnis von Blendenlänge (L) zu Blendendurchmesser (D) kleiner 2,0 ist.
2. Proportional-Druckregelventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis des Durchmessers (d) des stiftförmigen Endstücks (13) des Betätigungselements (11) in der Blende (12) zum Blendendurchmesser (D) kleiner 0,9 ist und der Durchmesser (d) insbesondere kleiner 1,0 mm beträgt.
3. Proportional-Druckregelventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Radien (14, 15) und/oder Fasen (16) an der Blende (12) und/oder an dem mit der Blende (12) korrespondierenden Endstück (13) des Betätigungselements (11) kleiner als die Blendenlänge (L) sind, wobei insbesondere die Radien einen Wert kleiner oder gleich 0,1 mal (L) aufweisen.
4. Proportional-Druckregelventil nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventiltail (2) zwei Sitzventile aufweist, wobei insbesondere ein Sitzventil (17) als Schließmittel eine Kugel (7) enthält und das andere Sitzventil (18) als Flachsitz (19) ausgebildet ist.
5. Proportional-Druckregelventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den beiden Sitzventilen (17, 18) eine Lochblende (20) angeordnet ist, welche den durchflußbestimmenden Querschnitt zwischen der Zulauföffnung (4) und einer Ablauföffnung, insbesondere der Arbeitsdruckleitung (6), darstellt.
6. Proportional-Druckregelventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem zulaufseitigen Sitzventil (17) und der Lochblende (20) ein hydraulisch abdichtbarer Raum (21) vorgesehen ist.
7. Proportional-Druckregelventil nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Lochblende (20) und dem ablauf- bzw. tankseitigen

Sitzventil (18) eine hydraulische Verbindung (22) zu der Arbeitsdruckleitung (6) vorgesehen ist.

8. Proportional-Druckregelventil nach Anspruch 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Dämpfung eines Kraftstoßes beim Öffnen des zulaufseitigen Sitzventils (17) eine Feder, insbesondere eine Druckfeder (23), zwischen dem Magnetkern (8) und dem Magnetanker (10) vorgesehen ist.

9. Proportional-Druckregelventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Ventil (1) sowohl eine Schalt- als auch eine Regelfunktion ausführbar ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

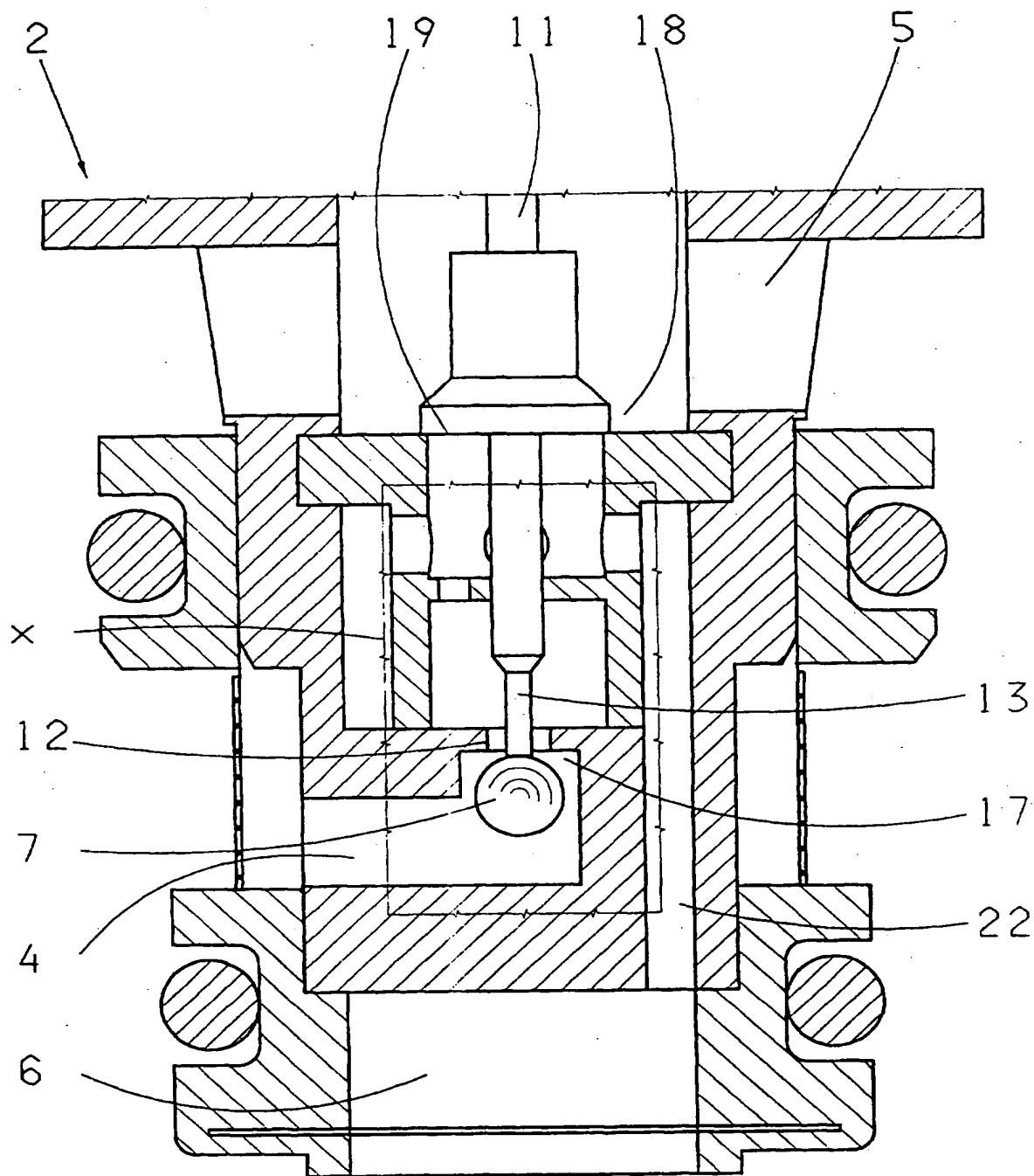


Fig. 2

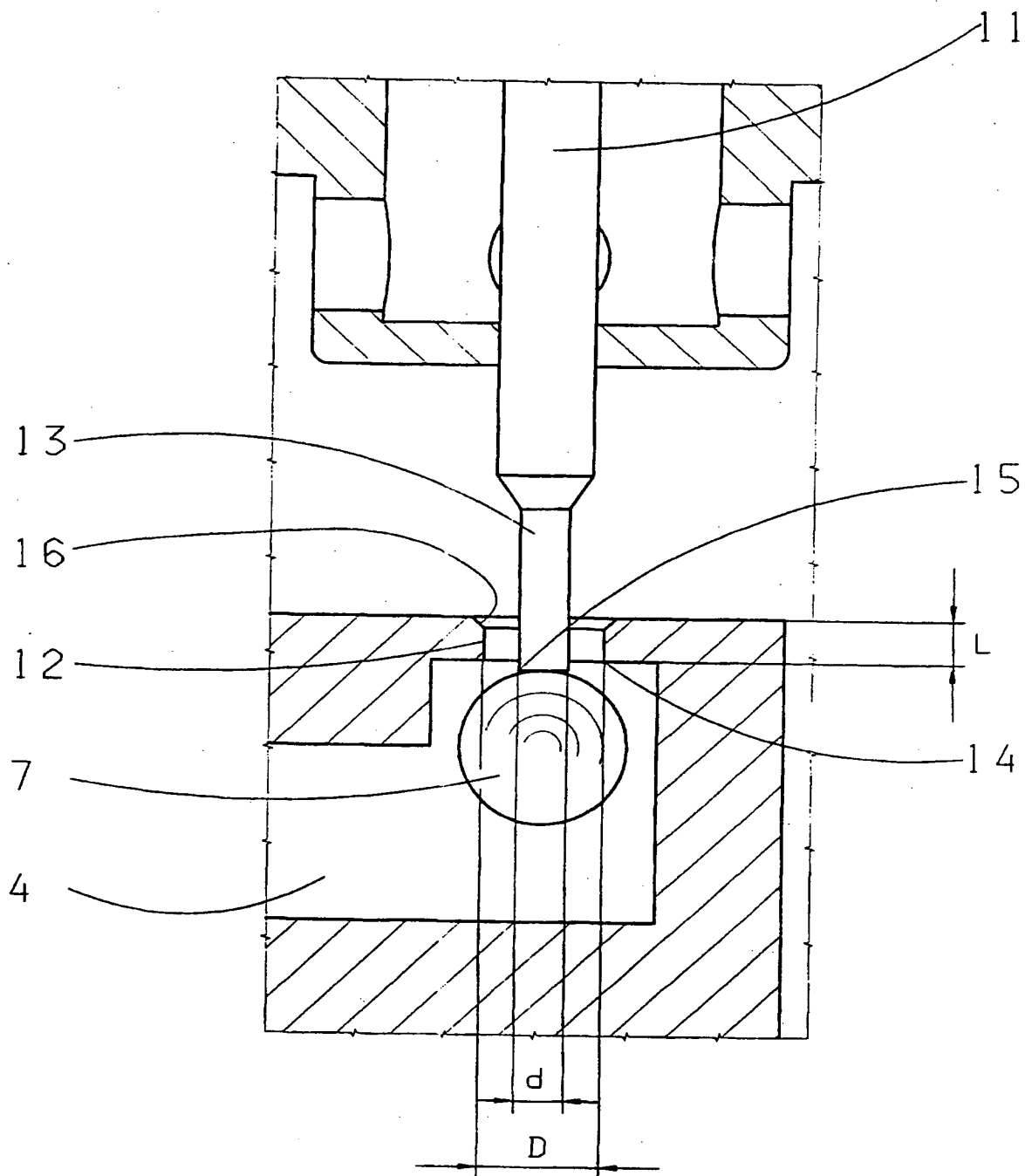


Fig. 3

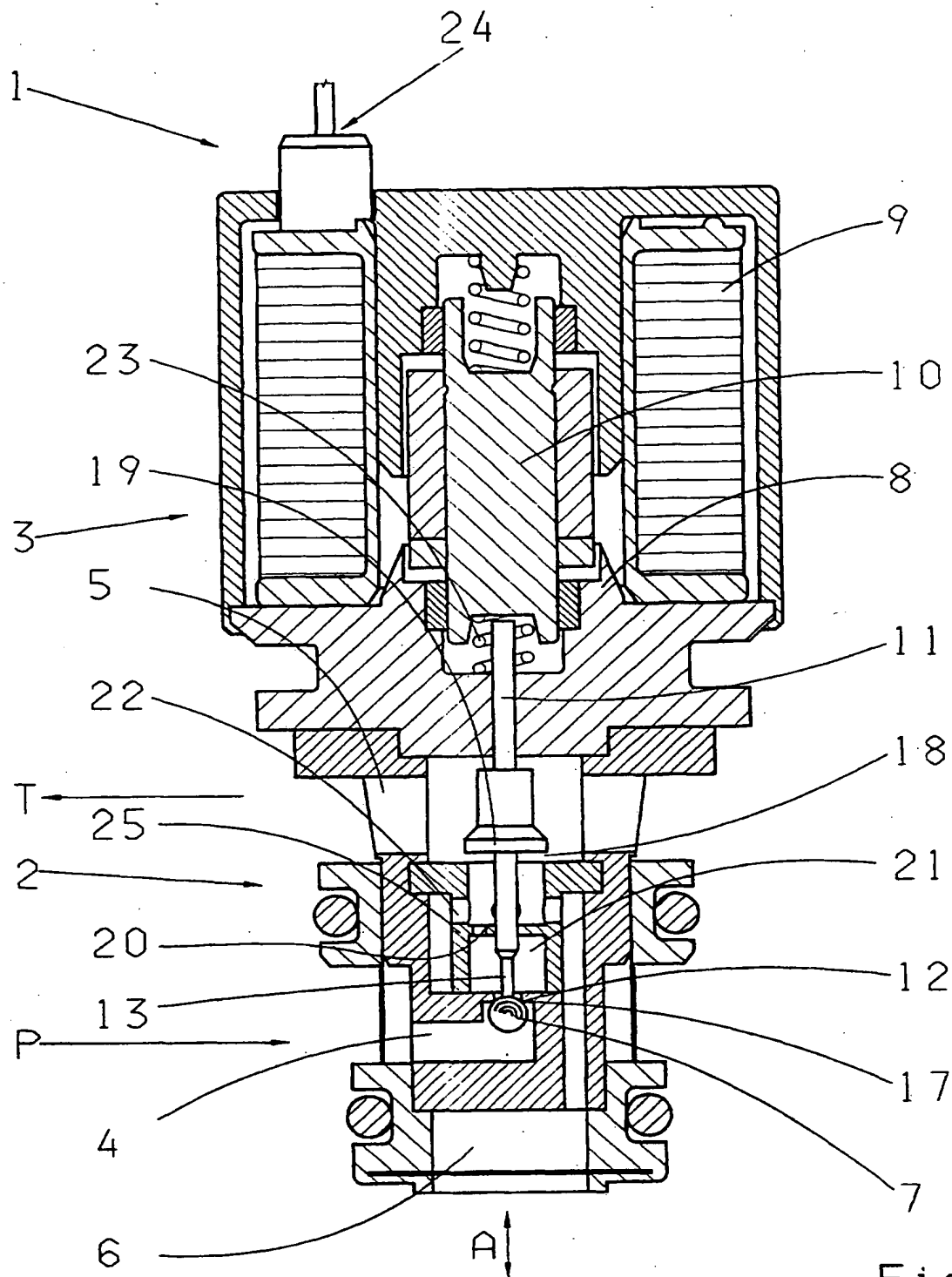


Fig. 4

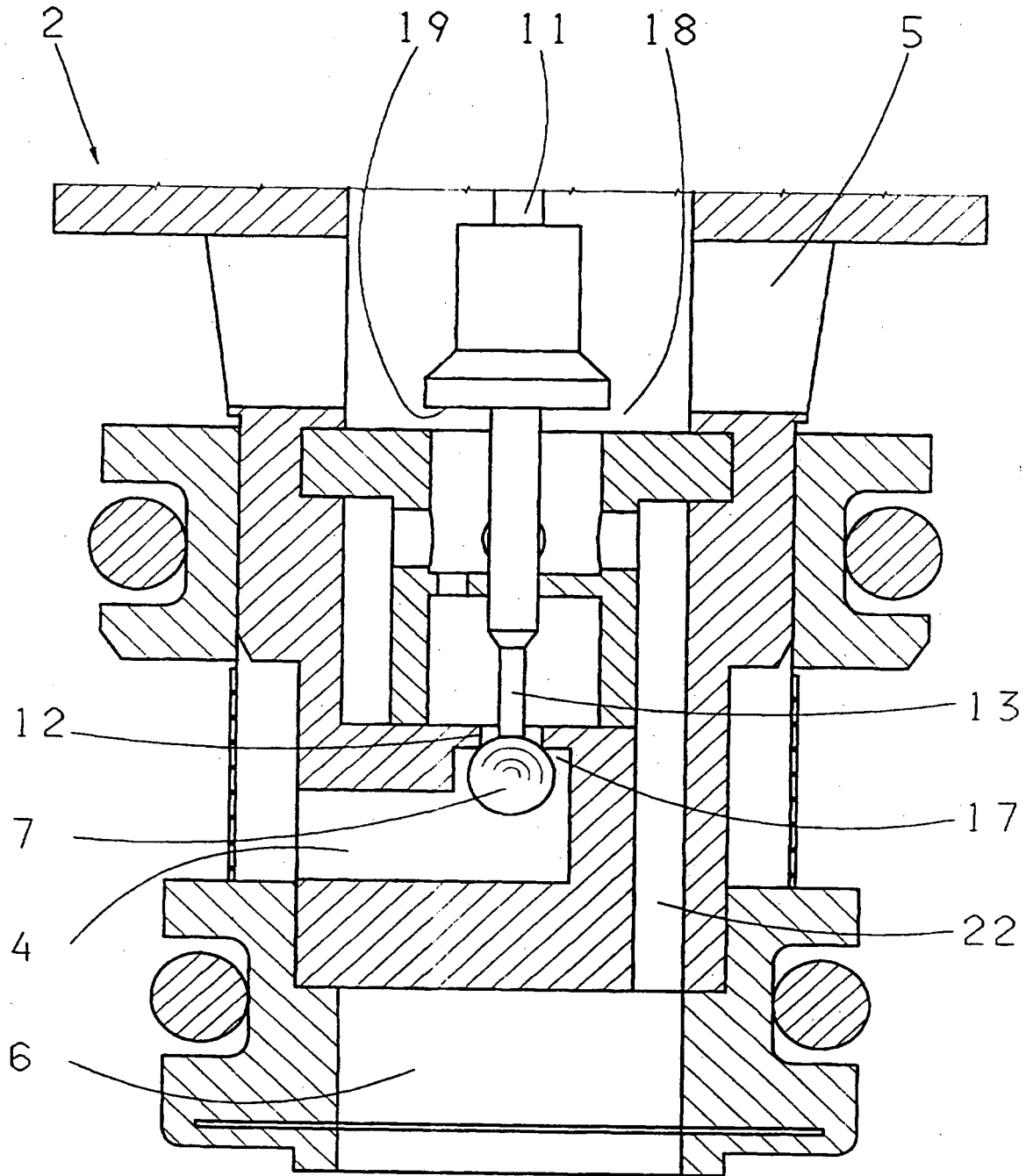


Fig. 1